

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tempe

Tempe adalah salah satu makanan tradisional yang ada di Indonesia. Tempe berbahan dasar kedelai dan menggunakan cara fermentasi (peragian). Kapang atau jamur memiliki peran penting dalam proses fermentasi (Sarwono, 2010). Kapang memiliki ciri pertumbuhan yang khas dalam bentuknya yang seperti kapas. Kapang bisa dijumpai di kertas-kertas yang basah, kulit-kulit yang sudah using, dinding basah dan bahan pangan lainnya yang membusuk (Nurrahman, Astuti, Suparmo, & Soesatyo, 2012)

Tempe adalah salah satu makanan yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan bantuan kapang golongan *Rhizopus oryzae* dan dalam pembuatan tempe bahan baku utama yang digunakan adalah biji kedelai (*Glycine max*) melalui fermentasi komponen-komponen nutrisi yang kompleks yang ada pada kedelai (*Glycine max*) dapat dicerna oleh kapang melalui reaksi enzimatik serta menghasilkan senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Pembuatan tempe melalui beberapa tahapan penting diantaranya perebusan, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, perebusan, penambahan inoculum, pengemasan dan pemeraman (Cahyadi, 2012). Kapang *Rhizopus oryzae* dapat mengubah aroma langu kedelai (*Glycine max*) menjadi aroma yang khas pada tempe (Sukardi, Wignyanto, & Purwaningsih, 2008)

Menurut Nurrahman (2012) Bentuk tempe yang berupa padatan yang tersusun oleh kacang kedelai yang dibungkus oleh miselia yang berwarna putih yang merupakan hifa dari jamur *Rhizopus oryzae*. Tempe merupakan bahan

makanan yang sangat digemari dan merupakan makanan sehari-hari sebagai pengganti ikan dan daging, tempe juga digunakan sebagai bahan makanan selingan pada waktu-waktu tertentu dalam bentuk tempe goreng maupun kripi tempe. Tempe dapat dijadikan sebagai bahan makanan yang tinggi protein nabati dalam menu sehari-hari. Harganya yang relatif murah, proses pembuatan yang sederhana dan mudah serta kandungan gizi yang cukup tinggi (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

2.1.1 Tempe Kedelai

Tempe kedelai memiliki nilai gizi yang tinggi diantaranya protein 19,5%, lemak 4%, karbohidrat 9,4 dan vitamin B12 antara 3,9 – 5 mcg setiap 100 gram tempe. Tempe yang baik bentuknya keras dan kering serta didalamnya tidak tercampur kotoran dari luar sehingga merubah komposisi tempe. Tempe bisa disimpan selambat-lambatnya 2x24 jam. Setelah lewat masa itu jamur yang terdapat didalamnya akan mati dan selanjutnya akan tumbuh bakteri-bakteri lain yang dapat merombak proteinnya sehingga tempe membusuk (Sarwono, 2010). Berikut adalah gambar salah satu tempe di *Home Industry* Kampung Beji Kota Batu.



Gambar 2.1. Tempe Kedelai (Dokumen Pribadi, 2018)

Menurut Lastriyanto *et al.*, (2016) sifat-sifat tempe yang menguntungkan sebagai bahan makanan, ialah sebagai berikut.

1. Kandungan protein, baik tempe maupun kedelai sangat lengkap, mengandung 8 macam asam amino esensial
2. Kandungan vitamin B12 tinggi
3. Kandungan lemak jenuh dan kolesterol yang rendah
4. Mempunyai tekstur yang unik sehingga mudah dicerna dan diserap
5. Mempunyai kandungan zat berkhasiat antibiotik dan stimulasi pertumbuhan.

Berikut adalah Tabel Komposisi Kimia Tempe Kedelai (dalam 100 gram bagian yang dapat dimakan).

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Tempe Kedelai (dalam 100 gram bagian yang dapat dimakan).

Komponen	Tempe Murni	Tempe Pasar
Protein (gram)	20,8	14,0
Lemak	8,8	7,7
Karbohidrat	13,5	9,1
Abu	1,6	0,9
Serat	1,4	1,4
Karoten Total (mg)	34	35
Kalsium	155	517
Besi	4,0	1,5
Fosfor	326	202
Air	55,3	68,3
Vitamin B1	0,19	0,17

Sumber : Departemen Kesehatan RI (1995)

Selama proses fermentasi berlangsung pada pembuatan tempe, kedelai akan mengalami perubahan fisik terutama tekstur, yang menjadi semakin lunak karena terjadi penurunan *selulosa* menjadi bentuk yang lebih sederhana. Hifa pada kapang memiliki kemampuan menembus permukaan kedelai sehingga dengan adanya nutrisi yang ada pada biji kedelai, nilai gizi yang ada pada tempe lebih baik dari kedelai yang belum diolah. Perubahan lainnya dapat dilihat dari fisiknya, adanya peningkatan jumlah hifa pada kapang yang menyelubungi kedelai yang satu dengan yang lainnya menjadi satu kesatuan (Hidayat *et al.*, 2008)

Pada saat proses fermentasi selesai, produk tempe yang dihasilkan memiliki ciri warna yang berwarna putih menarik dengan aroma dan bau langu kedelai (*Glycine max*) yang menurun. Tempe yang disimpan pada suhu kamar bisa bertahan selama 6 jam. Kenaikan pertumbuhan bakteri menyebabkan sedikit demi sedikit warnan kedelai yang putih berubah menjadi kehitaman dan bagian permukaan akan menjadi basah dan berlendir. Bersamaan dengan hal tersebut aroma dan bau menjadi tidak sedap dan busuk serta bau amoniak tercium dan tempe menjadi rusak (Cahyadi, 2012)

2.1.2 Tahapan Pembuatan Tempe Kedelai

Tahapan pembuatan tempe kedelai (*Glycine max*) sangat sederhana. Harga bahan baku yang terjangkau dan mudah untuk diperoleh. Tahapan dalam proses pembuatan tempe kedelai dimulai dengan perbusan, kemudian pemisahan kulit ari dan kedelai (*Glycine max*), dilanjutkan dengan perendaman, pemasakan, penambahan *inoculum* atau usar, pengemasan dan pemeraman (Rahmawati, 2011)

a. Bahan-bahan

1. Kedelai 10 Kg
2. Ragi tempe 250 gram
3. Air secukupnya

b. Alat-alat

1. Tampah besar
2. Ember
3. Keranjang
4. Rak bamboo

5. Cetakan
6. Pengaduk kayu
7. Dandang
8. Karung goni
9. Tungku atau kompor
10. Plastik

c. Langkah Pembuatan Tempe Kedelai

1. *Penyortiran*, tujuan penyortiran yaitu untuk menghasilkan produk Tempe yang berkualitas, dengan memilih biji kedelai (*Glycine max*) yang bagus dan padat. Mencuci biji kedelai bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang melekat dan bercampur di antara biji kedelai.
2. *Perebusan I*, Perebusan bertujuan untuk melunakkan biji kedelai (*Glycine max*) dan memudahkan dalam pengupasan kulit serta bertujuan untuk menonaktifkan trypsin inhibitor yang ada dalam biji kedelai. Selain itu, perebusan I ini bertujuan untuk mengurangi bau langu dari kedelai dan dengan perebusan akan membunuh bakteri yang kemungkinan tumbuh selama perendaman. Perebusan dilakukan selama 30 menit atau ditandai dengan mudah terkelupasnya kulit kedelai jika ditekan dengan jari tangan (Ali, 2008)
3. *Perendaman*, biji kedelai (*Glycine max*) direbus sampai mendidih (tiap 1 kg kedelai membutuhkan air perebus 2 liter). Setelah itu, api dimatikan dan kedelai dibiarkan terendam didalam air perebus selama 48 jam, atau sampai air perendam menjadi masam dan berlendir. Setelah itu, air perendam dibuang dan kedelai dicuci.

4. Perendaman bertujuan untuk melunakkan biji dan mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama fermentasi. Ketika perendaman, pada kulit biji kedelai telah berlangsung proses fermentasi oleh bakteri yang terdapat di air terutama oleh bakteri asam laktat. Perendaman juga bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada keping-keping kedelai menyerap air sehingga menjamin pertumbuhan kapang menjadi optimum. Keadaan ini tidak mempengaruhi pertumbuhan kapang tetapi mencegah berkembangnya bakteri yang tidak diinginkan. Perendaman ini dapat menggunakan air biasa atau air yang ditambah asam asetat sehingga pH larutan mencapai 4–5. Perendaman dilakukan selama 12–16 jam pada suhu kamar (25–30°C) (Ali, 2008)

Selama proses perendaman, biji mengalami proses hidrasi, sehingga kadar air biji naik sebesar kira-kira dua kali kadar air semula. Proses perendaman memberi kesempatan pertumbuhan bakteri-bakteri asam laktat sehingga terjadi penurunan pH dalam biji kedelai. Bakteri yang berkembang pada kondisi tersebut antara lain *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecium*, dan *Streptococcus epidermidis*. Kondisi ini memungkinkan terhambatnya pertumbuhan bakteri yang bersifat patogen dan pembusuk yang tidak tahan terhadap asam. Selain itu, peningkatan kualitas organoleptiknya juga terjadi dengan terbentuknya aroma dan flavor yang unik (Dwinaningsih, 2010)

Penurunan pH biji kedelai tidak menghambat pertumbuhan jamur tempe, tetapi dapat menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri kontaminan yang bersifat pembusuk. Keuntungan lain dari kondisi asam dalam biji adalah menghambat kenaikan pH sampai di atas 7,0 karena adanya aktivitas

proteolitik jamur dapat membebaskan amonia sehingga dapat meningkatkan pH dalam biji. Pada pH di atas 7,0 dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan atau kematian jamur tempe. Dalam biji kedelai terdapat komponen yang stabil terhadap pemanasan dan larut dalam air bersifat menghambat pertumbuhan *Rhizopus* sp. dan juga dapat menghambat aktivitas enzim proteolitik dari jamur tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman dan pencucian sangat penting untuk menghilangkan komponen tersebut (Dwinaningsih, 2010)

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan tempe, yaitu oksigen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang. Aliran udara yang terlalu cepat menyebabkan proses metabolisme akan berjalan cepat sehingga dihasilkan panas yang dapat merusak kapang. Uap air yang berlebihan akan menghambat pertumbuhan kapang. Kapang tempe dapat digolongkan ke dalam mikroba yang bersifat mesofilik, yaitu dapat tumbuh baik pada suhu kamar (250– 280) C (Wibawa, 2010)

5. *Pembelahan dan pembuangan kulit.* Biji kedelai dibelah shngga kulitnya terlepas. Setelah itu, kulit dipisahkan dari bujinya sehingga sekurang-kurangnya 85% dari kulit biji terpisah dari biji.
6. *Pencucian biji tanpa kulit.* biji tanpa kulit dicuci sampai bersih dan tidak ada lagi lendir yang tertinggal pada kulit
7. *Perebusan biji tanpa kulit.* biji tanpa kulit direbus didalam air mendidih selama 20-30 menit. Kemudian biji ditiriskan saampai suhunya suam-suam kuku.

8. *Inokulasi dan pembungkusan/ pengemasan.* Biji yang telah suam-suam kuku ditaburi (inokulasi) dengan laru tempe. jumlah laru sesuai dengan petunjuk pemakaian yang terdapat pada label kemasan laru tersebut. Kemudian diaduk-aduk agar laru dan biji tercampur merata.
9. *Pemeraman atau Fermentasi.* Fermentasi dilakukan dengan meletakkan kantong berisi biji diatas rak-rak yang terbuat dari anyaman bambo. Fermentasi berlangsung selama 36-48 jam. Hasil akhir fermentasi disebut sebagai tempe kedelai (Cahyadi, 2012). Pemeraman atau fermentasi tempe kedelai dapat dilakukan pada temperature 250–370C. Penelitian yang dilakukan oleh Liem (1977), fermentasi dengan suhu 370C hanya memerlukan waktu 18–20 jam saja, selain itu dengan suhu 370C tempe berada pada fase optimal fermentasi dimana tempe telah siap dipasarkan. Fase transisi (30–50 jam fermentasi) merupakan fase optimal fermentasi tempe dimana tempe siap dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dan pertumbuhan jamur hampir tetap atau bertambah sedikit, flavor spesifik tempe optimal dan tekstur lebih kompak. Penelitian yang dilakukan Medwid (1984) pada suhu 300–320C membutuhkan waktu 30 jam untuk membuat tempe yang siap dipasarkan (Oktaviani, 2010).

Tidak jarang dalam proses pembuatan tempe mengalami kegagalan, misalnya tempe yang pecah-pecah, pertumbuhan kapang yang tidak merata serta penyimpangan lainnya. Adapun tabel penyimpangan dan kegagalan pembuatan tempe sebagai berikut.

Tabel 2.2 Penyimpangan Mutu Tempe dan Penyebabnya

No.	Jenis Penyimpangan Mutu	Penyebab
1	Tempe terlalu basah	1) Suhu fermentasi terlalu tinggi 2) Kelembaban udara terlalu tinggi
2	Tempe tidak kompak	1) Kapang sudah aktif atau sudah mati 2) Laru terlalu sedikit 3) Waku fermentasi kurang lama
3	Permukaan tempe bercak-cak hitam	1) Pembentukan spora kapang karena oksigen terlalu banyak 2) Fermentasi terlalu lama
4	Tempe berbau amoniak atau alcohol	1) Terlalu lama fermentasi 2) Suhu terlalu tinggi
5	Tempe pecah-pecah dan pertumbuhan kapang tidak merata	1) Pencampuran laru tidak terlalu lama 2) Suhu ruang inubasi tidak merata
6	Tempe kepanasan (<i>overheating</i>)	1) Suhu terlalu tinggi 2) Inkubasi selalu ditutup
7	Tempe beracun	1) Bahan atau laru terkontaminasi mikroba patogen, bahan beracun dan lain-lain.

Sumber : Syarief (1999).

Menurut Cahyadi (2012) Sampai saat ini produk tempe yang umum dikonsumsi oleh masyarakat adalah tempe yang masih segar yaitu tempe generasi pertama. Hasil olahan tempe generasi kedua juga banyak dikonsumsi dengan berbagai produk yang sifat fisiknya dan sifat organoleptiknya yang masih sama dengan tempe (tempe keripik, sambel goreng kering tempe dan sebagainya). Pembuatan tempe tidak sulit dan dapat dilakukan dengan menggunakan alat-alat yang biasa digunakan di rumah tangga. Akan tetapi beberapa hal yang perlu diperhatikan pada proses pengolahan agar diperoleh hasil yang maksimal

1. Kedelai harus dipilih dengan baik dan tidak kotor
2. Air yang jernih, bau tidak menyengat serta tidak mengandung kuman penyakit
3. Cara pengerjaannya harus bersih
4. Bibi tempe (ragi tempe) harus dipilih yang masih aktif

2.1.3 Mutu Tempe Kedelai

Mutu tempe yang baik dapat dilihat dari sifat organoleptiknya diantaranya memiliki tekstur padat dan tidak lembek. Warnanya putih dan bagian permukaan atas meliputi jamur tebal sehingga jika dilihat dari tampak bawah hampir tidak kelihatan (Wibawa, 2010)

Tempe yang bermutu tinggi pasti memiliki kandungan gizi yang tinggi diantaranya karbohidrat, lemak, protein dan vitamin. Tempe yang baik memiliki ciri bentuk yang keras dan kering serta didalamnya tidak terdapat kotoran dan tidak terdapat campuran dari bahan-bahan lain. Akan tetapi tempe tidak dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama, selambat-lambatnya tempe disimpan dalam waktu 2x24 jam. Setelah lewat dari masa itu jamur yang terdapat pada tempe akan mati dan selanjutnya akan tumbuh jamur serta bakteri-bakteri yang dapat merombak protein dan menyebabkan tempe menjadi busuk dan tidak bagus lagi (Sarwono, 2010)

Tempe kedelai adalah salah satu produk yang melalui tahapan fermentasi dengan bantuan kapang tertentu yang berbahan dasar biji kedelai, berbentuk padatan kompak dan berbau khas serta berwarna putih atau sedikit keabu-abuan (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

Tabel 2.3 Syarat Mutu Tempe Kedelai Menurut Standart Nasional Indonesia 01-3144-1992

Kriteria Uji	Persyaratan
Kedadaan	
1) Bau	Normal (Khas tempe)
2) Warna	Normal
3) Rasa	Normal
Air (%b/b)	Maks 65
Abu (%b/b)	Maks 1,5
Protein (%b/b) (Nx6, 25)	Min 20
Cemaran Mikroba	
1) <i>E.Coli</i>	Maks 10
2) <i>Salmonella</i>	Negatif

Sumber : Badan Standart Nasional (2012)

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa persyaratan untuk bau, warna dan rasa adalah normal. Besarnya kadar air, abu dan protein secara berturut-turut yaitu maksimal 65% (b/b), maksimal 1,5% (b/b), dan minimal 20% (b/b). Sedangkan untuk cemaran mikroba *E. coli* maksimal 10.

2.1.4 Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Mutu Tempe

Proses pembuatan tempe dipengaruhi oleh beberapa faktor: suhu, kelembaban dan waktu pemeraman serta aerasi. Suhu pemeraman tempe yang baik digunakan untuk proses fermentasi adalah pada suhu kamar 20-37° C dengan kondisi tempat agak gelap, dan suhu maksimal 40° C karena apabila suhu terlalu tinggi pertumbuhan kapang tempe tidak akan sempurna. Selain suhu pemeraman dipengaruhi pula kelembaban, untuk mengkondisikan tempe. kelembaban dipengaruhi pula oleh lama pemeraman. lama pemeraman bervariasi dari 18-36 jam. Disamping itu aerasi juga mempengaruhi keberhasilan dalam pembuatan tempe. Aerasi (sirkulasi udara) dapat tetap berlangsung melalui celah-celah kemasan yang ada. Kapang tempe membutuhkan oksigen yang banyak dalam proses pertumbuhannya (Astuti, 2009)

Menurut Hidayat *et al.*, (2008) Salah satu faktor yang menentukan bahwa pembungkus dapat menghasilkan tempe yang baik ialah aerasi dan kelembaban. Jika tempat pengemasan dapat menjamin aerasi yang merata secara terus menerus dan sekaligus dapat menjaga agar kelembaban tetap tinggi tanpa menimbulkan pengembunan.

2.2 Kemasan Plastik

Kemasan merupakan suatu barang yang digunakan untuk membalut suatu agar tidak terbuka dan lepas (KKBI, 2018). Kemasan adalah suatu wadah yang memiliki fungsi utama sebagai pembungkus yang bertujuan untuk mencegah dan mengurangi terjadinya kerusakan-kerusakan pada bahan yang akan dikemas. Kemasan plastik merupakan kemasan modern dan mayoritas banyak produsen makanan yang lebih menggunakan kemasan plastik dengan alasan lebih praktis dan mudah didapatkan. Kemasan plastik ini bersifat kedap udara, maka permukaan plastik harus dilubangi agar aerasi dapat terjadi (Basriman, 2010)

Pengemasan adalah suatu cara dalam memberikan kondisi sekeliling yang tepat bagi bahan pangan. Pengemasan bahan pangan terbagi menjadi 2 macam wadah yaitu wadah utama dan wadah langsung berhubungan dengan bahan pangan dan wadah kedua atau wadah yang tidak langsung berhubungan dengan bahan pangan. Agar tidak terjadi reaksi kimia yang dapat menyebabkan perubahan warna, *flavor* dan perubahan lainnya wadah utama harus bersifat non tostik dan *inert*. Makanan yang dikemas mempunyai tujuan untuk mengawetkan makanan, yaitu mempertahankan mutu kesegaran, warna yang tetap untuk menarik konsumen, memudahkan penyimpanan dan distribusi, serta menekan peluang terjadinya kontaminasi dari udara, air dan tanah baik mikroorganisme yang dapat menyehatkan kesehatan manusia, maupun bahan kimia yang bersifat merusak atau racun (Lastriyanto *et al.*, 2016)

Tempe kedelai yang beredar dipasaran saat ini kebanyakan dikemas menggunakan kantung plastik. Kemasan tempe kedelai juga berfungsi untuk mengkondisikan suhu agar sesuai untuk pertumbuhan kapang. Kantung plastik

yang telah dilubangi merupakan pembungkus yang tepat karena memungkinkan difusi udara secara perlahan tapi merata kedalam kedelai (Azizah, 2007)

Sifat organoleptik tempe kedelai selain ditentukan oleh kedelainya, juga ditentukan oleh jenis pembungkusnya yang digunakan selama fermentasi. Kemasan plastik memiliki kelebihan yaitu kuat, ringan, tidak berkarat serta dapat diberi warna. Sedangkan, kelemahan yang dimiliki plastik adalah molekul kecil yang terkandung dalam plastik yang dapat melakukan migrasi kedalam bahan makan yang dikemas. Pembungkusan kedelai menjadi tempe dalam kantong plastik jangan sampai terlalu rapat agar bagian dalam substrat cukup memperoleh udara. Kapang tempe membutuhkan banyak udara. Kantong plastik bersifat kedap udara, sehingga permukaan kantong plastik dilubangi keci-kecil dengan menggunakan lidi agar aerasi dapat terjadi (Astuti, 2009). Kantong plastik yang telah dilubangi merupakan pembungkus yang tepat karena memungkinkan difusi udara secara perlahan tapi merata kedalam kedelai (Waru, 2007).

Penggunaan kantong plastik dalam pengemasan tempe kedelai semakin hari semakin populer. Penggunaan kantong plastik meningkat disebabkan karena unsur kepraktisannya, disamping transparan yang mempunyai daya Tarik tersendiri sehingga calon konsumen dapat mengamati langsung tempe yang ada didalamnya tanpa harus membukanya terlebih dahulu (Padmaningtyas, 2006).

2.3 Diameter, Jarak dan Perforasi

Diameter adalah garis tengah atau garis lurus melalui titik tengah lingkaran dari satu sisi ke sisi lainnya (KKBI, 2018). Diameter merupakan segmen garis lurus yang melintasi titik pusat dan menghubungkan dua titik pada suatu lingkaran (Wikipedia, 2018). Jarak adalah ruang sela (panjang atau jauh) antara dua benda

atau tempat (KKBI, 2018c). Perforasi dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah volume lubang-lubang kosong yang dimiliki oleh zat padat (volume kosong) dengan jumlah dari volume zat padat yang ditempati oleh zat padat. Porositas suatu benda dapat dinyatakan dalam (%) rongga atau fraksi volume dari suatu rongga yang ada didalam benda tersebut. Besarnya porforasi pada suatu benda dapat bervariasi dari 0 sampai dengan 90% tergantung dari jenis dan aplikasinya. Ada 2 macam perforasi yaitu perfoasi terbuka dan perforasi tertutup. Pori yang tertutup umumnya sulit untuk ditemukan dan pori tersebut merupakan suatu rongga yang terjebak dalam padatan dan tidak ada akses ke permukaan luar. Sedangkan pori terbuka masih ada akses ke permukaan luar walaupun rongga tersebut ditengah-tengah padatan (Afriani, 2016). Perforasi menggambarkan persentase dari total ruang yang tersedia untuk ditempati oleh suatu cairan atau gas (Huda *et al.*, 2010). Mutu tempe yang baik dapat dilihat dari sifat organoleptiknya diantaranya memiliki tekstur padat dan tidak lembek. Menurut SNI tempe kedelai dikemas dalam kemasan yang tertutup dengan baik, tidak dipengaruhi atau mempengaruhi isi dan tahan lama penyimpanannya (Badan Standardisasi Nasional, 2012). Kemasan yang diameter sesuai akan menghasilkan tempe dengan kriteria normal. Pertumbuhan kapang membutuhkan oksigen yang cukup. Oksigen yang terlalu banyak mengakibatkan metabolisme kapang terlalu cepat sehingga panas yang ditimbulkan akan membunuh kapang tersebut (Lestari, 2015). Menurut (Boris Kovac & Raspor, 1997) Aerasi yang terlalu sedikit menyebabkan kapang kekurangan oksigen sehingga pertumbuhannya terhambat. Namun ketika aerasi terlalu banyak , kapang tumbuh dengan cepat dan dapat terjadi sporulasi yang tidak dikehendaki dalam pembuatan tempe.

Pemberian lubang-lubang perforasi pada plastik pengemas bertujuan untuk permease oksigen. Kantung plastik dilubangi dengan diameter dan jarak yang akan menghasilkan tempe sesuai kriteria. Mutu pada tempe memiliki kriteria keadaan bau, warna dan rasa yang normal. Lubang perforasi atau porositas digunakan agar tidak terjadi penumpukan gas CO₂ maupun penyusutan gas O₂ dalam kemasan. Tujuan dalam melubangi plastik kemasan untuk menghindari terjadinya kerusakan akibat akumulasi CO₂ dan penyusutan O₂ atau kemungkinan aroma yang tidak diinginkan karena dalam kemasan yang rapat oksigen bebas akan terpakai habis dalam waktu singkat dan respirasi menjadi anaerob (Anggraini & Permatasari, 2018). Kapang Tempe membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya (Astuti, 2009). Menurut (Hidayat *et al.*, 2008) faktor utama yang menentukan bahwa pembungkus dapat menghasilkan tempe yang baik ialah aerasi dan kelembaban. Jika tempat pengemasan bisa menjamin aerasi yang merata secara terus menerus dan sekaligus dapat menjaga agar kelembaban tetap tinggi tanpa menimbulkan pengembunan. Pembuatan lubang kemasan sangat berperan dalam menyediakan oksigen untuk pertumbuhan kapang. Aerasi yang terlalu sedikit menyebabkan kapang kekurangan oksigen sehingga pertumbuhannya terhambat. Namun ketika lubang kemasan terlalu banyak, kapang akan tumbuh dengan cepat dan terjadi sporulasi (B Kovac & Raspo, 1997). Hal ini tidak dianjurkan dalam pembuatan tempe. Sporulasi akan menyebabkan munculnya spora berwarna hitam pada permukaan tempe (Frazier, 1981). Dalam penelitian yang serupa mengenai teknik pengemasan pada pangan dilakukan oleh (Handayani, 2008) menunjukkan desain kemasan menggunakan plastik dengan jumlah 4 lubang dengan diameter 5 mm yang disimpan dalam suhu 5⁰C dapat mempertahankan kualitas pangan yang ada didalamnya. Suhu yang baik dibutuhkan dalam pembuatan tempe adalah 10⁰C (Mukhoyaroh, 2015)

2.5 Kerangka Konsep

